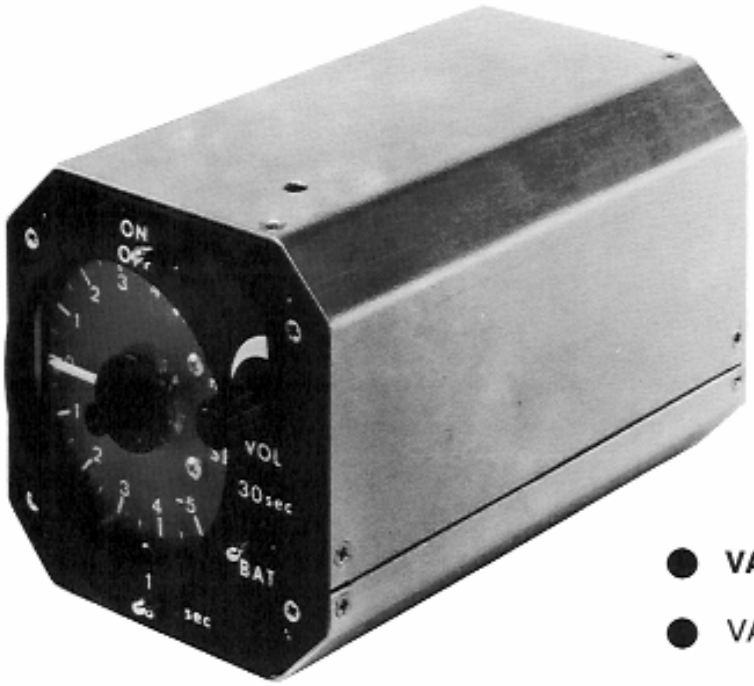
SB-7



- **VARIOMETERSYSTEM**
- VARIOMETRE ELECTRONIQUE
- VARIOMETER SYSTEM

HANDBUCH

- **"EINBAU UND BEDIENUNG"**
- NOTICE D'UTILISATION
- INSTRUCTION MANUAL

ILEC Industrie- und Luftfahrtelektronik GmbH
Friedrich-Puchta-Str. 6 · D-8580 Bayreuth · Tel. (0921) 13733

Aufgabe dieses Handbuchs

Dieses Handbuch liefert alle Informationen, die der Eigentümer oder Benützer zum Verständnis der Funktionen des Gerätes, zu seinem Einbau, falls nötig zu seiner Programmierung, zu seiner Wartung und seiner Benützung im Flug benötigt.

Es ist nicht nötig, dieses Handbuch intensiv durchzuarbeiten, um das Gerät benützen zu können. Es soll dem interessierten Benützer die Möglichkeit geben, sich sehr eingehend über das Gerät zu informieren, um den größten Nutzen aus ihm ziehen zu können. Notfalls soll man auch einmal nachschlagen können, wenn eine Frage auftaucht.

Weil die Hersteller davon überzeugt sind, dass ein gutes Handbuch wesentlich zum Nutzen für den Besitzer eines Instrumentes beiträgt, haben sie sehr große Mühe und viel von ihrer Erfahrung darin investiert. Nicht nur aus diesem Grunde sollte dieses Handbuch gut aufbewahrt werden.

Der richtige Platz für das Handbuch ist in der Lebenslaufakte des Flugzeugs, in dem das Gerät eingebaut ist! Es sollte im Idealfall allen Piloten, die das Gerät benützen, zugänglich gemacht werden.

Vor dem Einbau des Gerätes und vor allem vor jedem elektrischen Anschluss muss das Kapitel Einbau gelesen werden, vor jedem Öffnen das Kapitel Einstellung und Programmierung.

Kapitel 5 (Das Variometer SB-7 im Fluge) ist als Anhang gedacht für den mehr fortgeschrittenen Piloten. Es ist deswegen so ausführlich, weil der darin gebotene Stoff in der allgemeinen Literatur über den Segelflug nicht behandelt wird.

Das Handbuch wird laufend überarbeitet und damit dem neuesten Erkenntnisstand ebenso, wie eventuellen Änderungen des Gerätes angepasst. Es gilt demnach nur ab der unten definierten Seriennummer, und auf jeden Fall für das Gerät, mit dem es geliefert wurde.

Dieses Handbuch gilt für alle Seriengeräte des Typs SB-7 ab Seriennummer 5515 (Werksbezeichnung SB-702)

Stand: Januar 1986

INHALTSVERZEICHNIS

Aufgabe dieses Handbuchs

1. Systembeschreibung

1. Messprinzip
2. Signalaufbereitung
3. Tongenerator
4. Stummschaltung im Sinken
5. Batterieanzeige
6. MacCready-Scheibe
7. Zusatzanzeigen
8. Zweitlautsprecher
9. Genauigkeit
10. Höhenfehler

2. Einbau des Gerätes

1. Auspacken des Gerätes, Einpacken
2. Garantie
3. Mechanischer Einbau
4. Elektrische Installation
5. Pneumatischer Anschluss

3. Wartung

1. Allgemeine Hinweise
2. Kontrollen
3. Reinigung des Gerätes

4. Einstellung und Programmierung

1. Allgemeines
2. Nachstellen des elektrischen Nullpunkts des Gebers
3. Tongenerator

5. Das Variometer SB-7 im Fluge

1. Die 1-Sekunden- und die 3-Sekunden-Anzeige
2. Turbulenz und Böen
3. Die Mittelwertanzeige
4. Der Sollfahrtflug
5. Einfluss der Beschleunigung auf die TE-Vario-Anzeige

1. Systembeschreibung

1.1. Messprinzip

Der Messwertaufnehmer ist ein von ILEC entwickelter thermischer Durchflussmesser mit Heißleiterperlen, die bei konstanter Temperatur arbeiten. Er zeichnet sich durch große Stabilität des Nullpunkts, eine sehr kurze Ansprechzeit von 5 m/sec, und große Unabhängigkeit des Eichfaktors von der Gerätetemperatur aus. Er sichert dem Gerät die hohe Präzision.

1. 2. Signalaufbereitung

Das rohe Variometersignal wird, vom Sensor kommend, parallel 3 verschiedenen elektronischen Filtern zugeführt. Die Anzeige (akustisch plus visuell) kann mit Hilfe des Filterwahlschalters wahlweise auf eines der zwei folgenden Filter umgeschaltet werden:

1-Sekunden-Filter: Aktives Filter 2.0rdnung mit schneller, jedoch stark gedämpfter Anzeige.

3-Sekunden-Filter: Aktives Filter 1.0rdnung mit einem Anzeigeverhalten, das etwa demjenigen eines guten Stauscheibenvariometers entspricht.

Das dritte Filter hat ein dem 1-s-Filter ähnliches Verhalten, jedoch mit einer erheblich größeren Zeitkonstanten. Es dient der Errechnung des laufenden Mittelwertes der Vertikalgeschwindigkeit (Integrator), der bei Betätigung der 30-s-Taste am eingebauten Instrument, oder permanent auf einer separaten Anzeige erscheint.

Im Anhang wird das Verhalten der drei Filter ausführlich dargestellt.

1.3 Tongenerator

Der Aussteuerungsbereich des Generators beträgt +/- 15 m/s, so dass auch Vertikal-Geschwindigkeiten weit außerhalb des visuellen Anzeigebereichs noch erfasst werden.

Die von ILEC entwickelte Methode der Frequenzmodulation des Grundtones hat gegenüber einem nur unterbrochenen Ton den Vorteil, dass man noch nach beliebig langer Zeit den Absolutwert des Steigens hört, 0,5 m/s oder 3 m/s etwa, ohne auf die visuelle Anzeige zurückgreifen zu müssen, wie das bei einem unterbrochenen Ton der Fall ist, denn dort hört man nach einigen Sekunden nur noch die Tendenz des Signals (Zunahme oder Abnahme), man weiß jedoch nicht mehr wo auf der Skala man sich befindet (dies rührt daher, dass man normalerweise kein absolutes Gehör hat), mit anderen Worten, man braucht nicht mehr so häufig auf die Anzeige zu schauen, wie mit einem nur unterbrochenen Ton.

Von manchen Piloten wird diese weitergehende Information nicht verlangt, oder sie haben sich an den altgewohnten Ton gewöhnt und möchten ihn nicht missen. Für diese Piloten kann die Modulation ganz einfach mit einem internen Programmierschalter auf unterbrochenen Ton umgestellt werden.

Zusätzlich kann sowohl die Frequenz des Grundtones als auch die Frequenz der Modulation dem persönlichem Geschmack entsprechend eingestellt werden. Als Option steht ein dreifacher Grundton wie beim SB-8 zur Verfügung.

1.4. Stummschaltung im Sinken

Steht der Ein/Aus-Schalter in seiner mittleren Stellung, dann wird der Ton ausgeblendet, sobald Sinken angezeigt wird. Diese Funktion sorgt für Ruhe beim Gleiten.

1.5. Batterieanzeige

Am Innenrand der Skalenscheibe ist eine Skala für die Batteriespannung aufgedruckt. Solange die BAT-Taste an der Frontplatte gedrückt wird, kann an dieser Skala die Batteriespannung abgelesen werden. Ist sie bei 11 Volt angekommen, dann ist die Batterie praktisch leer. Trotzdem kann das Gerät noch stundenlang betrieben werden, wenn man alle anderen Lasten abschaltet, weil es sehr wenig Strom verbraucht, und weil es selbst bei 9Volt Batteriespannung noch arbeitet.

1.6. MacCready-Scheibe

Die durchsichtige MacCready-Scheibe wird auf den Zapfen in der Mitte des Plexiglas-Frontfensters aufgesteckt. Mehrere Ausführungen für die verschiedenen Flugzeugtypen sind lieferbar, auf Wunsch auch ungravierte Scheiben.

1.7. Zusatzanzeigen

Sowohl das Vario-, als auch das Mittelwertsignal sind an die rückwärtige Klemmleiste geführt, so dass beide Signale auf Zweitanzeigen dargestellt werden können. Dies ist interessant für Doppelsitzer, aber auch für Einsitzer, wenn man eine dauernde Mittelwertanzeige haben will, um sich das Abfragen von Hand zu ersparen.

1.8. Zweitlautsprecher

Man kann einen zweiten Lautsprecher an einer guten Stelle anbringen, sollte der eingebaute nicht laut genug sein. Innenwiderstand mindestens 8 Ohm. An der Klemmleiste anschließen nach dem Anschlussplan Abb.2. Die Anschlüsse des eingebauten Lautsprechers können abgetrennt werden, um Strom zu sparen.

1.9. Genauigkeit

Für allgemeine Spezifikationen sehe man im Prospekt nach.

1.10. Höhenfehler

Der Eichfaktor des Messwertgebers ist von der Luftdichte, und damit von der Höhe abhängig (alle anderen Systeme sind ebenfalls höhenabhängig, nur je nach ihrer Art verschieden). Bei der Messung der Vertikalgeschwindigkeit entsteht dabei ein Abfall der Anzeige von 5% pro 1000 m Höhenzunahme gegenüber dem flugmechanisch richtigen Wert.(Dieser berücksichtigt die Zunahme der wirklichen Fluggeschwindigkeit mit zunehmender Höhe bei gleicher angezeigter Geschwindigkeit, oder anders gesagt: die Abweichung der TAS von der IAS. Der flugmechanische Wert ist der richtige Wert für den Sollfahrtflug.)

Im Höhenband von 200 bis 2200 m NN bleibt der Höhenfehler innerhalb von +/- 5 %, bei 1200 m NN, der Eichhöhe, ist er 0. Der daraus resultierende Fehler für die Sollfahrt ist nur halb so groß, bleibt also innerhalb +/- 2,5 % im obigen Höhenbereich und kann getrost vernachlässigt werden.

2. EINBAU DES GERÄTES

2.1. Auspacken des Gerätes, Einpacken

Gerät vorsichtig auspacken und auf äußere Transportschäden untersuchen. Falls beschädigt, Verpackung aufbewahren, um Schadensersatzanspruch gegen den Transporteur zu unterstützen und um Gerät zurückzusenden.

Bevor Sie das Gerät einpacken, aus welchem Grunde auch immer, Anschlussnippel verschließen um Verschmutzung des Meßsystems zu verhindern! Benützen Sie eine große Schachtel und füllen Sie den Zwischenraum mit Styroporchips zur Dämpfung von Transportstößen.

2.2. Garantie

Die Herstellergarantie deckt Fehler im Material und in der Verarbeitung des Produkts für eine Dauer von 2 Jahren nach Auslieferung. ILEC wird Teile des Gerätes, die sich in der Garantiezeit als fehlerhaft erweisen, ersetzen oder instandsetzen, vorausgesetzt das Gerät wurde kostenfrei an den Hersteller oder einen autorisierten Vertreter zurückgesandt, und vorausgesetzt es war innerhalb der Grenzen betrieben worden, die in dieser Betriebsanleitung und im Prospekt festgelegt sind. ILEC übernimmt keine Folgekosten, hervorgerufen durch den Ausfall eines Gerätes oder seine unsachgemäße Benutzung.

Insbesondere, wenn Schmutz oder Flüssigkeiten in das Meßsystem eingedrungen sind, wird keine Garantie gewährt.

Im Fall einer Störung beschreiben sie diese bitte so genau wie irgend möglich, um unnötige Rückfragen zu vermeiden (Feststellungen etwa wie " Vario kaputt " werden nicht immer ausreichend sein). Geben Sie eine Telefonnummer an, unter der man die zuständige Person erreichen kann.

2.3. Mechanischer Einbau

Bei der Wahl des Einbauortes sind folgende Gesichtspunkte zu beachten: Da das Variometer häufig abgelesen wird, sollte die Varioanzeige am oberen Rand des Instrumentenbrettes angeordnet werden (Hauptgerät oder auch separate Anzeige für Variosignal, je nach Konfiguration).

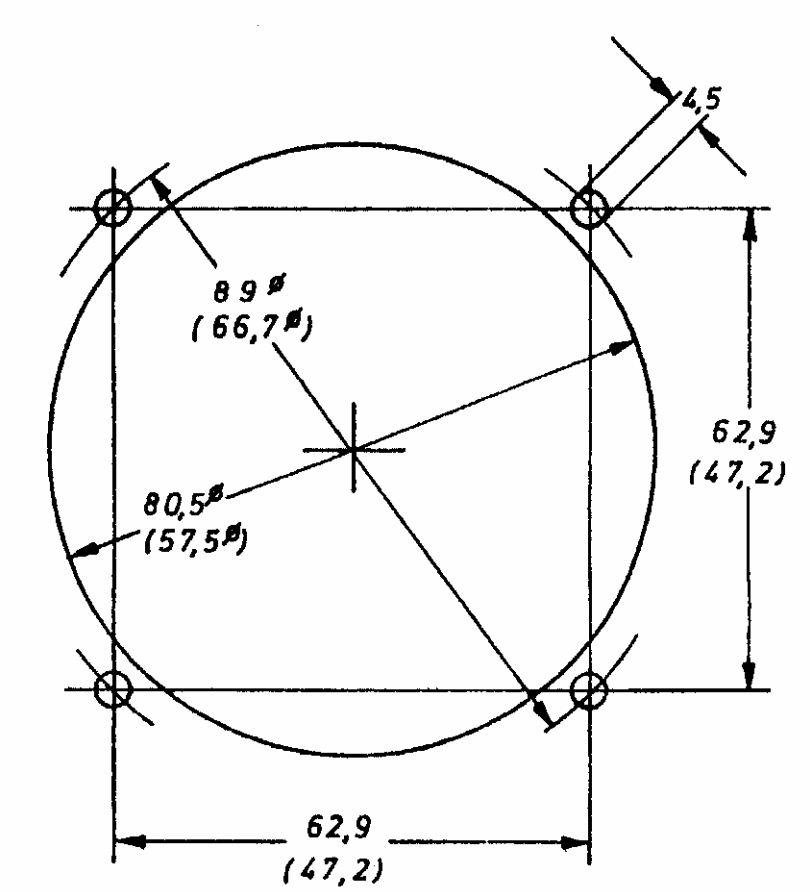
Beim Einbau eines Kompasses sollte man alle nicht magnetischen Instrumente um ihn gruppieren (Höhenmesser, Fahrtmesser, Stauscheibenvario), das SB-7 und alle anderen elektrischen Geräte in mindestens 10 bis 15 cm Abstand von ihm halten. Dies gilt entsprechend für den Einbau des Kompasses auf der Instrumentenbrettabdeckung: der eingebaute Lautsprecher hinten im Hauptgerät kann hier stark stören. Abhilfe: tiefer montieren, oder Lautsprecher beim Hersteller ausbauen lassen und Zweitlautsprecher verwenden.

Instrumente, die man selten abliest, das Funkgerät zum Beispiel, sollte unten eingebaut werden.

Das Flugzeug erfährt insbesondere bei Transport, Start und Landung starke Stöße, die es von **allen** Instrumenten abzuhalten gilt. Entgegen einer weit verbreiteten Ansicht ist die beste Befestigung die, die alle Instrumente **starr** mit der Struktur des Rumpfes verbindet. Deshalb sind Instrumentenbretter möglichst steif auszuführen und starr mit dem Rumpf zu verbinden. Nichts ist schlimmer für die Instrumente als die Schläge, die beim Anschlagen eines zu weich gefederten Instrumentenbrettes ausgeteilt werden.

Durchbruch im Instrumentenbrett, Schrauben:

Abbildung 1 zeigt die Maße für die genormten 80-mm- und 57-mmDurchbrüche. Möglichst genau arbeiten. Das Gerät, und insbesondere die Befestigungsschrauben müssen ohne jegliches Klemmen einzuführen sein, sonst werden allzu leicht z.B. die Muttergewinde beschädigt.



Alle Maße in mm;
Maße in Klammern
Für 57-mm-Norm
(Zusatzgeräte)

Abbildung 1: Durchbruch im Instrumentenbrett

- Die gelieferten Schrauben sind M4, nicht magnetisch, Kreuzschlitz Größe 3.
- Niemals Schrauben verwenden, die länger als 12 mm sind!
- Schrauben nicht mit Gewalt anziehen, die Plexiglasscheibe könnte leiden!

2.4. Elektrische Installation

Allgemeine Hinweise:

- Hauptschalter im Bordnetz können die Quelle für ernsthaften Ärger sein, insbesondere dann, wenn ein Funkgerät vorhanden ist. Beim Einschalten des Hauptschalters mit Funkgerät "Ein" können starke negativ gehende Stromimpulse auf der Plusleitung entstehen während der Hauptschalter prellt, typisch 1ms lang. Diese Pulse können Instrumente töten, wenn nicht sofort, so doch eventuell auf die Dauer! Wir haben Impulse bis zu 10 A gemessen!
- Sie sind mögliche Schadensverursacher und sollten vermieden werden!
- Wenn sie doch vorhanden sind, dann müssen alle Geräte einzeln **nach** dem Hauptschalter **EIN**-, und **vor** dem Hauptschalter **AUS** geschaltet werden!
- Das SB-7 ist gegen diese Schläge unempfindlich gemacht worden, doch andere Instrumente könnten leiden!
- So wenig Schalter, Kabelverbinder, Stecker, Sicherungen, etc wie möglich in die Leitungen: Kontaktprobleme! Dies gilt auch für Hauptschalter!
- Freiliegende stromführende Teile absolut vermeiden: Kurzschlussgefahr!
- Alle Stecker müssen zugentlastet sein: Gefahr des unbeabsichtigten Öffnens! Ausfall von Geräten!

- Möglichkeit der Falschpolung durch Farbkennzeichnung der Kabel und verpolungssichere Steckverbindungen absolut ausschließen: mögliche Zerstörung von Instrumenten!
- Nur professionelle Bauteile verwenden, keine billigen Auto- oder Radio- Bauteile, sie sind unzuverlässig: Instrumentenausfall!
- Kabel an kritischen Stellen zugentlasten, nicht knicken: Drahtbruch, Ausfall! * Bei geschraubten oder geklemmten Anschlüssen darf die Litze nicht verzinnt sein: Zinn verformt sich langsam unter Druck, Wackelkontakt!
- Jeder direkte Batterieanschluss muss abgesichert sein, und zwar möglichst nahe an der Batterie: Gefahr von Kabelbrand!
- Möglichst nicht flammbare Kabel verwenden: Rauchentwicklung kann gefährlich werden! (Kabel nach Mil- oder Luftfahrtnorm)
- Möglichst eine separate Sicherung pro Gerät, da sonst bei Kurzschluss in einem Gerät alle anderen auch ausfallen.
- Batterieseitig nur Buchsen, keine Stecker verwenden: herausragende Stifte sind eine Kurzschlussgefahr!
- Anschlüsse der Stecker nach dem Löten mit Schrumpfschlauch oder Gummitüllen isolieren: Kurzschlüsse!
- Nur einen Lötkolben verwenden, dessen Größe zur Arbeit passt! Ein 1 Kg schwerer alter Lötkolben ist nicht das richtige Werkzeug hier! "

Um elektromagnetische Störungen der Instrumente, insbesondere solche durch den Funksender, so weit wie möglich zu reduzieren:

- Alle Verbindungskabel so kurz wie möglich halten.
- Antennenkabel räumlich von allen anderen Kabeln so weit wie möglich trennen!
- Alle Massekabel müssen in einem einzigen gemeinsamen Punkt zusammenlaufen. Die Gehäuse der Instrumente sind auch an diese "Masse" zu legen. Der zentrale Massepunkt selbst muss elektrisch sehr gut und kurz mit der metallischen Flugzeugmasse verbunden sein, mit dem Steuerungssystem z.B., dies nicht nur aus dem obigen Grunde, sondern auch zum Schutz des Piloten vor Blitzschlag!
- Ein sehr guter Masse "punkt" ist ein metallisches Instrumentenbrett, deshalb ist ein solches einem Brett aus isolierendem Material, GFK z.B. vorzuziehen! Es genügt dann, das Brett selbst mit der Flugzeugmasse zu verbinden.
- Die Minusleitung der Batterie muss über eine sehr kurze Litze mit dem zentralen Massepunkt verbunden werden!

Verkabelung

Batterie, Zusatzanzeigen und Zusatzlautsprecher müssen an der rückwärtigen Klemmleiste angeschlossen werden, siehe Anschlussplan Abb.2 unten. Der Batterieanschluss ist mit einem roten Punkt (Plus) zusätzlich zu Zahlen gekennzeichnet. Zusatzanzeigen werden mit ihrem Kabelsatz geliefert.

Besondere Anmerkungen:

- Das Batteriekabel muss einen Leiterquerschnitt von mindestens 0,5 qmm haben.
- Die angegebenen Zahlen sind die Identifikationsnummern auf der Klemmleiste.
- Die Anschlüsse der Zusatzgeräte sind farbkodiert wie die zugehörigen Kabel.
- So weit irgend möglich, sind alle Ein- und Ausgänge des Gerätes gegen Falschanschluss geschützt. Doch ein totaler Schutz ist nicht möglich angesichts der fast unendlichen Möglichkeiten etwas falsch anzuschließen. Gefährlich ist fast nur Anlegen der

Batteriespannung an Signalausgänge bei falscher Polung der Batterie (Plus an Masse). Falschpolung der Batterie an ihrem Kabel selbst ist ohne schädliche Folgen, deshalb:

- Niemals die Batterie an etwas anderes anlegen als an das Batteriekabel!
- Keine Garantieleistung bei Schäden durch Falschanschlüsse!

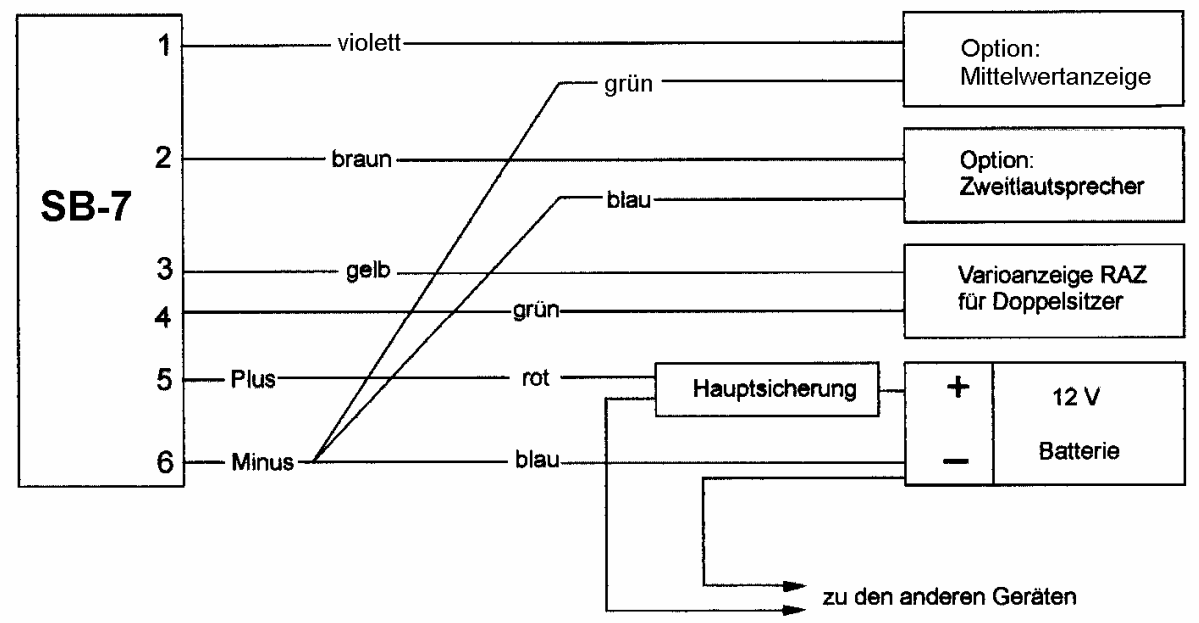


Abbildung 2: Bordverkabelung

2.5. Pneumatischer Anschluss

Messdruck

Das Gerät muss über den Nippel an der Rückwand an eine TEK-Düse angeschlossen werden. Da die Güte der Anzeige des Varios nicht zuletzt von der Qualität des TEK-Druckes abhängt, sollte man eine gute Düse verwenden, die hinreichend schiebe- und anstellwinkelunempfindlich ist und vor allem an einer guten Stelle montiert, am besten ganz oben auf der Seitenflosse.

ILEC hat eine Düse mit hervorragenden Eigenschaften entwickelt, siehe Prospekt. Für weitergehende Information verweisen wir auf unsere Firmenbroschüre "Totalenergiekompensation in der Praxis".

Schutz vor Wasser und Staub

Jedes pneumatische Instrument kann durch eindringenden Staub oder Wasser funktionsunfähig werden. Deshalb ist unbedingt ein Wasserabscheider in jede Leitung einzubauen, die nach außen führt. Da sehr häufig die Schläuche darüber hinaus noch durch Schleifstaub verschmutzt sind, empfiehlt es sich, kleine Kunststoff-Benzinfilter, im Autozubehörhandel oder von ILEC erhältlich, vor Instrumente zu schalten und niemals abzunehmen, auch nicht, wenn das Gerät verschickt wird. Auf gar keinen Fall umdrehen, da ja so der Staub erst recht ins Instrument gelangen wird. Diese Filter sind gleichzeitig die besten Wasserabscheider!

Es sei darauf hingewiesen, dass ILEC keine Garantie übernimmt für Geräte, die durch ins Meßsystem eingedrungenes Wasser oder Schmutz beschädigt wurden.

Schlauchanschluss

Der Anschlussnippel ist für einen Schlauch mit Innendurchmesser 5 mm bestimmt. Falls ein Schlauch sehr fest sitzt, ihn nicht mit Gewalt herunterziehen wollen, sondern vorsichtig der Länge nach aufschneiden, ohne den Nippel zu ritzen. Bei zu dicken oder zu dünnen Schläuchen ein Zwischenstück verwenden, Schlauchklemmen sind meistens nicht zuverlässig.

Der geeignetste Schlauch ist dickwandiger Gummischlauch mit Gewebeummantelung (= Benzinschlauch), seine Elastizität bleibt bei tiefen wie hohen Temperaturen erhalten, er ist noch nach Jahren dicht, leicht abzuziehen, knickt nicht, absorbiert eingedrungenes Wasser an der Oberfläche und verhindert so Tropfen, die ihn verschließen würden. Ihn gerade auf den Nippel setzen! Durchsichtige PVC-Schläuche 5 x 1,5 mm sind akzeptabel, werden jedoch bei Kälte hart. Man hüte sich vor billigen Schläuchen, ihr Sitz auf dem Nippel lockert sich: das Vario hört sicher im unangenehmsten Moment auf zu funktionieren!

Dichtigkeit

Die Leitung vom Messkopf der Düse bis zum Variometer muss absolut luftdicht sein, soll die Qualität der Anzeige nicht leiden. Folgende oder jede andere geeignete Dichtigkeitsprüfung sollte durchgeführt werden:

1. Schlauch vor dem Variometer zusammendrücken.
2. Düse dicht abschließen (Finger oder Klebeband).
3. Schlauch loslassen: Vario macht einen Anzeigeimpuls in Richtung Steigen.
4. Eine Minute warten.
5. Düse öffnen. Daraufhin muss das Vario einen Zeigerausschlag von ungefähr gleicher Größe, aber in entgegengesetzter Richtung (Sinken) erzeugen, sonst ist in der Leitung ein Leck

Sehr häufig liegt der Fehler an der Befestigung der Düse: Abdichten durch Überschieben eines Stückes Silikonschlauch.

Wechselwirkung von Variometern

Wird ein SB-7 alleine an einer Düse betrieben, dann gibt es gewöhnlich keine Probleme, weil das Ausgleichsgefäß nur 90 Kubikzentimeter groß ist.

Liegen jedoch noch andere große Volumen (z.B. Feinvario mit 1-Liter-Ausgleichsgefäß oder sogenannte Böenfilter) an der selben Düse, dann ist Vorsicht geboten: Die Anzeigeübergänge des SB-7 können durch den großen Luftfluss im System verfälscht werden. Ein Testflug mit abgetrennten restlichen Variometern zur vergleichenden Kontrolle sollte dann auf jeden Fall durchgeführt werden.

Auf keinen Fall dürfen sich in der Zuleitung zwischen SB-7 und der Düse Kapillaren oder sogenannte Böenfilter befinden. Diese würden im besten Fall nur zu einer Verzögerung der Anzeige führen. Entgegen einer weit verbreiteten Meinung können Fehler der TE-Kompensation auf diese Weise nicht korrigiert werden, sondern nur an der Düse selbst! (Im Zweifelsfall "TE-Kompensation in der Praxis" konsultieren).

3. WARTUNG

3.1. Allgemeine Hinweise

Das SB-7 benötigt normalerweise keinerlei Wartung, trotzdem seien einige Hinweise gegeben, wie sichere Funktion und lange Lebensdauer gefördert werden können.

- Allzu große Hitze tut keinem Gerät gut, deshalb sollte man das Flugzeug nicht stundenlang in der prallen Sonne stehen lassen ohne die Haube abzudecken. Die Temperatur in einem nicht abgedeckten Cockpit erreicht in der Sonne leicht 70° Celsius. So etwas verursacht mindestens vorübergehende Messfehler. Wenn kein Tuch zum Abdecken vorhanden ist, dann wenigstens die Haube öffnen, dass die Luft zirkulieren kann! Dabei Brennglaseffekt der Haube beachten!
- Man sollte alle Schläuche von Zeit zu Zeit, und auf jeden Fall vor der Flugsaison nachprüfen auf Dichtigkeit, guten Sitz an den Anschlüssen, Knickstellen und Verklemmen. Verhärtete Schläuche ersetzen. Dies ist besonders nötig bei PVC-Schläuchen!
- Die meisten Fälle von Versagen sind auf Lecks zurückzuführen!
- Geräte und ganz besonders die Instrumentenschläuche vor Schmutz schützen!
- Bei Reparaturen am Flugzeug alle Schlauchenden dicht verschließen!
- Die Verkabelung ebenso wie Stecker, Schalter, Sicherungshalter sollte von Zeit zu Zeit nachgeprüft werden auf einwandfreie Isolation, gute Kontakte, Scheuer-, Knick- und Klemmstellen um eventuelle Wackelkontakte zu vermeiden.
- Nur einwandfreie und neue, keine geflickten Sicherungen verwenden! Wenn ein Vario beim Streckenflug ausfällt, dann tut das meist sehr weh.
- Eine altersschwache oder zweifelhafte Batterie sofort auswechseln, die Batterieanzeige hilft beim Beurteilen ihrer Gesundheit.
- Batterie systematisch nachladen. Sie lebt so nicht nur länger!
- Anschlagen des Gerätes an irgendwelche Rumpfstruktur bei Start und Landung als Folge eines zu schlappen Instrumentenbrettes oder seiner zu weichen Aufhängung ist absolut zu vermeiden!

3.2. Kontrollen

Mechanischer Nullpunkt:

Der Zeiger des eingebauten Anzeigeinstruments muss bei ausgeschaltetem Gerät innerhalb +/- 0,1 m/s um den Nullpunkt liegen (etwa 1 Zeigerbreite). Normalerweise ist eine Korrektur nie nötig. Durch einen extrem harten Stoß, beim Versand z.B. kann eine Spirale des Messwerks sich verschlingen, der Zeiger steht dann meistens um etwa 0,5 m/s falsch und hat große Reibung. Hier muss das Gerät zurückgeschickt werden.

Elektrischer Nullpunkt:

Pneumatischen Anschluss dicht verschließen oder Flugzeug mindestens eine Stunde bei konstanter Temperatur stehen lassen (in der Halle z.B.). Gerät mindestens 15 Minuten eingeschaltet lassen. Die Anzeige sollte jetzt höchstens +/- 0,1 m/s vom mechanischen Nullpunkt weg stehen. Ist die Abweichung größer, dann muss der Vario-Nullpunkt nachjustiert werden, siehe Kapitel 4 (Nach sehr langer Ruhezeit, mehreren Wochen oder Monaten z.B. kann ein größerer Nullpunktfehler auftreten, der aber nach höchstens ein paar Stunden verschwinden muss.)

ANMERKUNG: Falls der Nullpunktfehler in den ersten 2 Jahren größer als 0,3 m/s bzw. zwei Zeigerbreiten ausfällt, deutet dies auf Versagen eines Bauteils im Gerät hin. In diesem Falle das Gerät einschicken, Fehler fällt unter Garantie.

Die Nullpunktkontrolle braucht nicht öfter als einmal im Jahr durchgeführt zu werden, es sei denn, man hat Grund zur Annahme eines schwereren Fehlers.

3.3. Reinigung des Gerätes

Zur äußeren Reinigung des Gerätes, der Scheibe z.B., sollte man keine scharfen Lösungsmittel wie z.B. Nitroverdünnung oder Tetra verwenden, denn sie beschädigen oder zerstören gar die Kunststoffteile. Unschädlich sind Feuerzeugbenzin, Terpentin, und höchstens 40 prozentiger Alkohol. Terpentin dürfte für alle praktischen Fälle genügen.

Die Scheibe des Messwerks ist aus Plexiglas und empfindlich gegen Reibungselektrizität. Sie sollte möglichst nicht trocken gerieben werden. Im Falle einer Beeinflussung des Zeigers anfeuchten und mit Antistatik-Mittel einreiben.

4. EINSTELLUNG UND PROGRAMMIERUNG

4.1. Allgemeines

Normalerweise ist es nicht nötig im Gerät etwas einzustellen oder zu programmieren, da es vom Hersteller justiert und nach den Angaben und Wünschen des Kunden programmiert wird. Dieses Kapitel dient für den Fall, dass der Kunde selbst eine Änderung vornehmen will.

Für sämtliche Einstellungen muss eine der zwei Halbschalen des Gerätes entfernt werden. Dazu die entsprechenden 6 selbstschneidenden Senkschrauben herausdrehen und die Halbschale nach oben, bzw. nach unten herausziehen. Niemals beide Schalen gleichzeitig entfernen, da sonst das Gerät nicht mehr zusammenhält. Nach Beendigung der Einstellung die Schale wieder montieren.

VORSICHT!

- Beim Montieren der Halbschalen die selbstschneidenden Schrauben vorsichtig erst rückwärts drehen, bis sie in ihren alten Gewindegang fallen, dann vorwärts drehen. Durch brutales Behandeln kann man die Gewinde in den Kunststoffteilen zerstören!
- Beim Montieren der unteren Schale darauf achten, dass Schläuche nicht geklemmt werden!
- Peinlichste Sauberkeit beachten. Selbst kleinste magnetische Partikel können das Messwerk empfindlich stören!
- Vor jedem Öffnen auf jeden Fall den Batteriestecker herausziehen!
- Keine lackierten Potentiometer verstellen, Eichung geht verloren!

4.2. Nachstellen des elektrischen Nullpunkts des Sensors

Verfahren wie in 3.2. beschrieben. Batteriestecker ziehen, obere Halbschale abnehmen, wieder anschließen. Zur Justierung das im Foto auf der Umschlag-Innenseite identifizierten Einstellpotentiometer mit einem kleinen Schraubenzieher -ohne Gewalt -drehen, bis Nullpunkt stimmt (auf 3s schalten). Batterie abschließen, Halbschalen montieren.

4.3. Tongenerator

Falls nicht ausdrücklich vom Kunden gewünscht, ist der frequenzmodulierte ILEC-Ton programmiert. Zur Umschaltung auf unterbrochenen Ton die Feder des Programmierschalters auf der 2. Platine (siehe letzte Seite) vom linken Häkchen in das rechte umhängen.

Zur Einstellung der Frequenz des Grundtons und der Frequenz der Modulation die entsprechenden Potis drehen.

Man sollte die Wirkung einer Änderung am Tongenerator ausprobieren. Dazu das Gerät mit offener oberer Halbschale an den Stecker im Flugzeug anschließen und einschalten. Mit einem kurzen rückwärts abgeschlossenen Schlauchstück am Nippel durch Drücken ein Variosignal erzeugen und Ton verfolgen. Hinweis: tiefe Frequenzen hört man schlecht im Fluge!

5. DAS VARIOMETER SB-7 IM FLUGE

Um dem Benützer des SB-7 zu helfen, aus der Information, die er angeboten bekommt, den größten Nutzen zu ziehen, wurde das folgende Kapitel geschrieben. Die Mühe es zu lesen lohnt sich immer, weil dieser Stoff selten oder überhaupt nicht in der allgemeinen Literatur über den Segelflug angeboten wird.

5.1. 1-Sekunden- und 3-Sekunden-Anzeige

Um das Verhalten der zwei unterschiedlichen Filter zu zeigen, wurde in Abbildung 3 aufgezeichnet, was beim Durchfliegen eines idealisierten Aufwindes nacheinander geschieht. Als Flugzeug wurde ein Standardsegler mit normaler Flächenbelastung angenommen, die Fluggeschwindigkeit betrage 90 km/h und bleibe konstant.

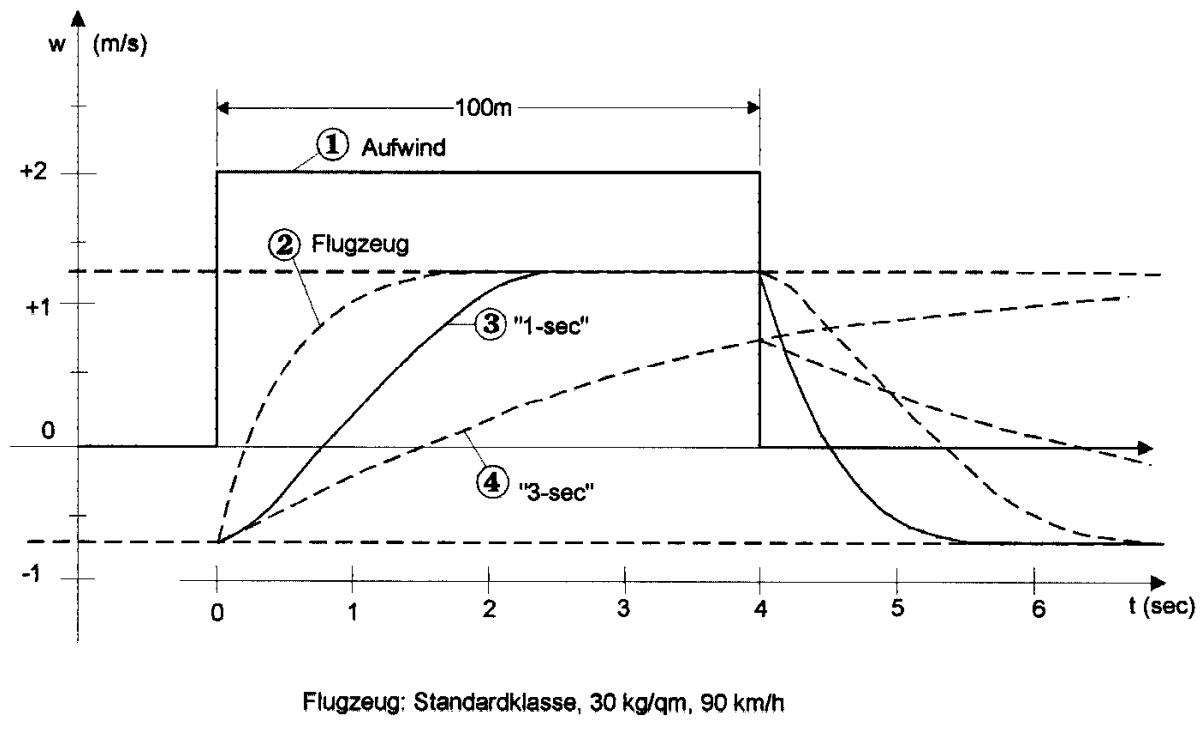


Abbildung 3: Durchfliegen eines Aufwindfeldes

Die dick ausgezogene, rechteckige Kurve 1 zeigt den Aufwind über der Zeitachse: Vor dem Aufwind herrscht Ruhe, innerhalb steigt die Luft mit 2 m/s, sein Durchmesser beträgt 100 m.

Vor dem Einfliegen sinkt das Flugzeug gleichmäßig mit 0,7 m/s. Beim Einfliegen wird es nach oben beschleunigt, man spürt dies deutlich am Sitzdruck. Der Übergang zur neuen Vertikalgeschwindigkeit des Flugzeugs von 1,3 m/s vollzieht sich schnell, mit einer Zeitkonstanten von 0,4 s. Die Böenbeschleunigung ist am Anfang 0,5 g, der Beschleunigungsmesser springt von 1 g auf 1,5 g. Beim Ausfliegen spielt sich das Gleiche, jedoch diesmal nach unten ab. Kurve 2 zeigt das Verhalten des Flugzeugs. Kurve 3 zeigt die Anzeige des 1s-Filters: Nach kurzer Verzögerung von etwa 0,2 s schwingt die Anzeige schnell hoch, nach 2 s sind schon 90% der Änderung, nach 2,5 s 100% des wirklichen Flugzeugsteigens von 1,3 m/s erreicht. Die Anzeige bleibt stehen bis zum Ende des Aufwindfeldes und fällt dann wieder genau so schnell auf die ursprüngliche Sinkgeschwindigkeit zurück.

ANMERKUNG: Um mit einem Filter 1. Ordnung eine ähnlich schnelle Anzeige zu erhalten, müsste seine Zeitkonstante 1 s betragen. Ein solches Filter wäre bei normalem Thermikwetter unbrauchbar, da es wegen seiner durch die Turbulenz hervorgerufenen dauernden Bewegung nicht mehr ablesbar wäre. Beim hier angewandten Filter 2. Ordnung werden die störenden hohen Frequenzen des Eingangssignals grob gerechnet 10 mal stärker gedämpft als beim Filter 1. Ordnung: Nur so ist die hohe Anzeigegeschwindigkeit möglich.

Kurve 4 zeigt das Verhalten des langsamen 3-s-Filters, das dem eines guten Stauscheibenvarios entspricht: Das Ausgangssignal kriecht langsam hoch. Um 90 % der Änderung des Eingangssignals zu erreichen, müsste man 7 s warten. Wenn man am Ende des Aufwindfeldes angekommen ist, ist der Zeiger gerade auf 0,8 m/s gestiegen, von hier aus fällt er genauso langsam wieder ab.

Beim Vergleich der beiden Kurven wird klar, wie sehr viel deutlicher das schnelle Filter den durchflogenen Aufwind "markiert" als das langsame, und zusätzlich noch mit geringerer Verzögerung. Es ist deshalb dem langsamen Filter immer da überlegen, wo es darauf ankommt, den Steigwert unmittelbar zu erfahren, das heißt beim Kreisflug in der Thermik.

Durch die geringe Verzögerung von nur etwa 2 s braucht man gegenüber einem Stauscheibenvario das Maximum der Anzeige nicht im Geiste zeitlich rückwärts zu verschieben. Die Anzeige gibt das wirkliche momentane Steigen an.

Welches Filter benutzt man am besten zur Thermiksuche? Da das Hauptproblem hier im Unterscheiden zwischen Böen und nutzbaren Aufwinden besteht, kurz folgende Betrachtung: Der Durchmesser eines normalen Thermikkreises beträgt ungefähr 150 m. Diese Strecke wird bei 90 km/h in 6 s durchflogen, bei 180 km/h in 3 s .Damit kann man sagen, dass sich das Eindrehen in den Aufwind erst lohnt, wenn das Steigen 3 bis 5 s anhält, und außerdem noch die gesuchte Mindeststärke aufweist, es sei denn, man ist überzeugt, einen Aufwind nur am Rande erwischt zu haben. Wenn wir nun Abbildung 3 betrachten, dann können wir für das schnelle Filter eine sehr einfache Regel aufstellen, die sich in der Praxis gut bewährt hat:: Steigt die Varionadel auf das erwartete Steigen, dann bis 3 zählen. Steht die Anzeige jetzt noch, einkurven. Fällt sie bereits wieder, dann weiterfliegen.

Hat man das langsame Filter eingeschaltet, dann muss man nicht nur die Stellung des Zeigers, sondern auch seine Tendenz beobachten: Steigt er nach 3 s noch und zeigt er mindestens die Hälfte des erwarteten Steigens an, dann einkurven. Bleibt er stehen, oder fällt er wieder, dann weiterfliegen.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, bei Verdacht auf die schnelle Anzeige umzuschalten und wie weiter oben zu verfahren. Eine Wartezeit gibt es dabei nicht, da beide Filter dauernd das Eingangssignal sehen und kontinuierlich ihr Ausgangssignal bilden. Es wird nur jeweils der eine oder der andere Ausgang auf die Anzeige geschaltet, sowohl auf die akustische, als auch auf die visuelle.

5.2.Turbulenz und Böen

Alles was kürzer dauert als ein brauchbarer Aufwind ist nur störend. Im Idealfall sollte ein Variometer diese Böen unterdrücken. Dies ist allerdings unmöglich, solange wir eine verzögerungsarme Anzeige verlangen (das Vario müsste erst einmal abwarten, was aus der Bö geworden ist, bevor es etwas anzeigen dürfte!). Fürs erste müssen wir uns damit begnügen, die Böen herauszufiltern, ohne allzu viel an Schnelligkeit zu verlieren. Mit der Elektronik, die uns heute zur Verfügung steht ist das machbar. Die Aufgabe wird allerdings durch die heute wegen der Schnelligkeit der Flugzeuge unumgängliche Totalenergie-Kompensation sehr schwer gemacht. Die durch die Turbulenz hervorgerufenen Änderungen der Geschwindigkeit des Flugzeugs gegenüber Luft wirken sich wie Vertikalböen aus, dazu meist noch stärker als diese.

Zur Veranschaulichung dieses Sachverhalts sei folgender Fall angenommen: Ein Standardsegelflugzeug fliege im Gleitflug mit 150 km/h. Es fliege zum einen in ein Aufwindfeld mit 2 m/s meteorologischer Steiggeschwindigkeit, zum anderen in eine Windscherung oder einen Luftwirbel mit horizontaler Achse, derart, dass die Fahrt um 2 m/s zunimmt. Was passiert in beiden Fällen?

Abbildung 3 zeigt es für den ersten Fall, mit dem einzigen Unterschied, dass die anfängliche Sinkgeschwindigkeit 1,8 anstatt 0,7 m/s beträgt, und dass der Beschleunigungsstoß stärker ausfällt. Das Flugzeug wird beim Einfliegen von -1,8 m/s auf + 0,2 m/s nach oben beschleunigt und zwar wegen der höheren Fluggeschwindigkeit 150/90-mal so stark wie in Abb.3. Der Beschleunigungsmesser würde von 1,0 auf 1,8 g springen (man würde das gut

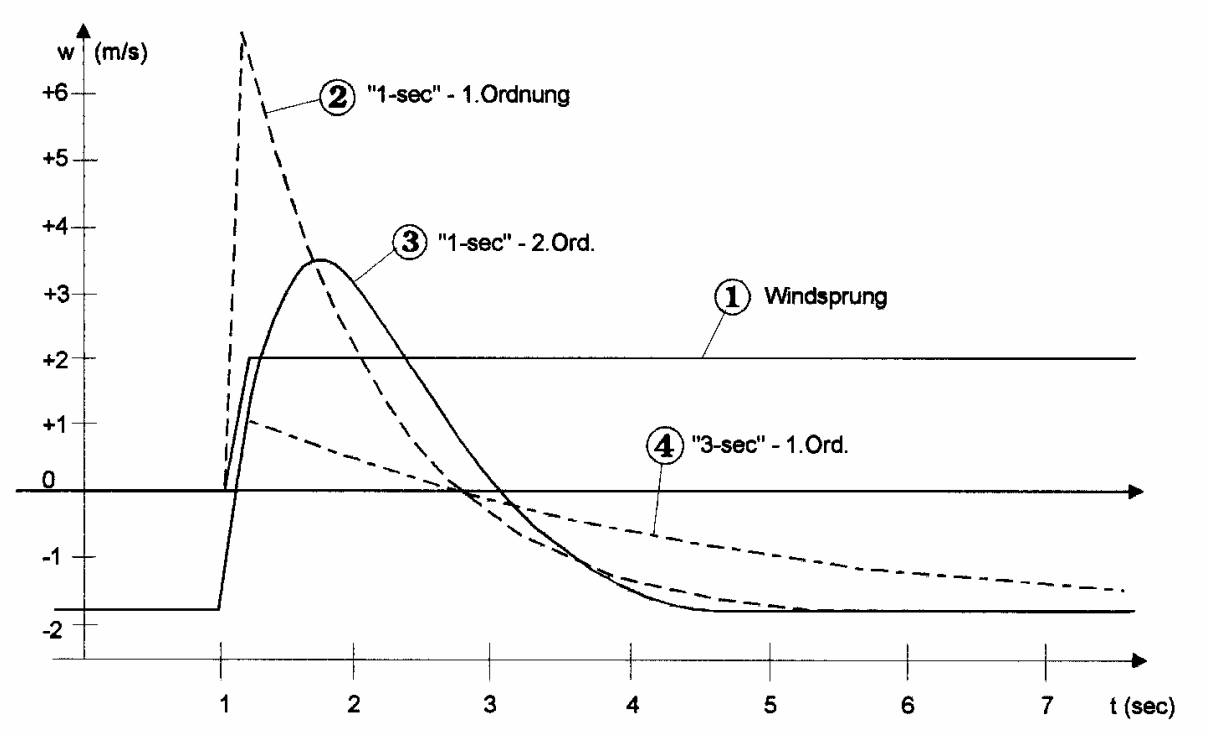


Abbildung 4: Horizontalbö

am Sitz spüren!) und mit einer Zeitkonstante von 0,25 s wieder auf 1 g zurückfallen. Die Übergänge der Varioanzeige erfolgen wie in Abb.3, nur liegen die Kurven etwas tiefer.

Im Falle der Horizontalbö springt der Fahrtmesser von 150 auf 157 km/h, nur durch seine Trägheit etwas gedämpft. Das Flugzeug wird im Gegensatz zum ersten Fall nur gering beschleunigt, nämlich mit 0,1 g. Die weitere Flugbahn wird hauptsächlich durch die Reaktion des Piloten bestimmt. Er kann mit der erhöhten Fahrt weiterfliegen oder seine dazugewonnene kinetische Energie in Höhe umsetzen (in diesem Beispiel wären das 8,7 m !) und danach mit seiner ursprünglichen Fahrt weiterfliegen. Auf die TE-Vario-Anzeige hat das Manöver jedoch praktisch keinen Einfluss: Das TE-Vario "sieht" am Anfang einen Staudrucksprung, der dem oben erwähnten Höhensprung von 8,7 m entspricht. Es interpretiert diesen Drucksprung richtig als einen Energiegewinn und zeigt einen positiven Ausschlag. Er ist proportional zur potentiell zu gewinnenden Höhe. Danach ist es dem TE-Vario gleichgültig, ob der potentielle Höhengewinn umgesetzt wird oder nicht, ein Gewinn an Totalenergie findet beim Umsetzen nicht statt, sondern nur ein Austausch zwischen kinetischer und potentieller Energie.

Der Zeigerausschlag ist hier größer als im ersten Fall, wie Abb.4 zeigt, und hat einen anderen Verlauf: die Anzeige klingt wieder ab, wie schnell, das hängt von der Art des Filters ab.

Zur Demonstration des Unterschiedes zwischen dem im SB-7 verwendeten schnellen Filter, Kurve 3, und einem etwa gleich schnellen klassischen Filter 1.0rdnung wurde dessen Anzeige als Kurve 2 eingezeichnet. Man erkennt deutlich das sehr viel stärker gedämpfte Verhalten des SB-7 Filters.

Die langsame 3-s-Anzeige springt von -1.8 auf + 1,1 m/s und kriecht von da langsam wieder auf den Anfangswert zurück. Die große Zeitkonstante führt zu einem anfänglichen Ausschlag, der nur etwa halb so groß ist wie der des schnellen Filters, dafür bleibt er aber länger stehen und täuscht Steigen vor.

Man sollte nicht vergessen, dass in der Praxis die Turbulenzen selten so scharf sind, wie hier der Anschaulichkeit wegen angenommen. Die vordere Flanke der langsamen Anzeige wird daher meist runder sein, als hier gezeigt.

Welche Lehren sind nun aus diesem Tatbestand für die fliegerische Praxis zu ziehen?

1. Wenn das Vario schnell ansteigt, ohne von einer starken Aufwärtsbeschleunigung (Sitzdruck!) begleitet zu werden, dann handelt es sich in der Regel um eine Horizontalbö. Man kann den Fahrtüberschuss herausziehen, muss jedoch damit rechnen, bald hinterher wieder nachdrücken zu müssen, weil ein negativer Sprung nachfolgt.
2. Wenn das Vario nach einem Beschleunigungsstoß nach oben schnell positiv ausschlägt, dann wird meistens ein Aufwind da sein,
3. Wenn das Vario langsam ansteigt, dann kann sich ein großflächiges Aufwindfeld ankündigen. Meist wird man hier keine besonderen Beschleunigungssignale spüren.

Im Fall 3 empfiehlt es sich, nach der Sollfahrtscheibe die Fahrt zu reduzieren, die Varioanzeige aufmerksam zu verfolgen und erst dann einzukurven, wenn der Aufwind die gewünschte Stärke erreicht hat.

5.3. Die Mittelwertanzeige

Die bei weitem wichtigste Größe beim Streckenflug ist die mittlere Steiggeschwindigkeit beim Kreisen in der Thermik. Sie entscheidet, ob der Aufwind, in dem man sich gerade aufhält, gut genug ist, das gesteckte Ziel zu erreichen. Weiter spielt sie eine entscheidende Rolle bei der Einstellung der Sollfahrtscheibe und damit für die Gleitgeschwindigkeit. Weil man das mittlere Steigen zwischen 50 und 100% zu stark einschätzt, wenn man sich nur auf die Varioanzeige und sein Schätzvermögen verlässt, ist im SB-7 ein Mittelwertfilter eingebaut (diese Funktion wird meist etwas ungenau als Integrator bezeichnet). Es ist analog dem schnellen 1-s-Filter aufgebaut, hat jedoch eine sehr viel größere Zeitkonstante und die Dämpfung ist für diese Anwendung optimiert.

Abbildung 5 zeigt das Verhalten des Mittelwertfilters beim Einfliegen und anschließenden Kreisen in einem Aufwind von konstant 2 m/s (Kurve 1)
:

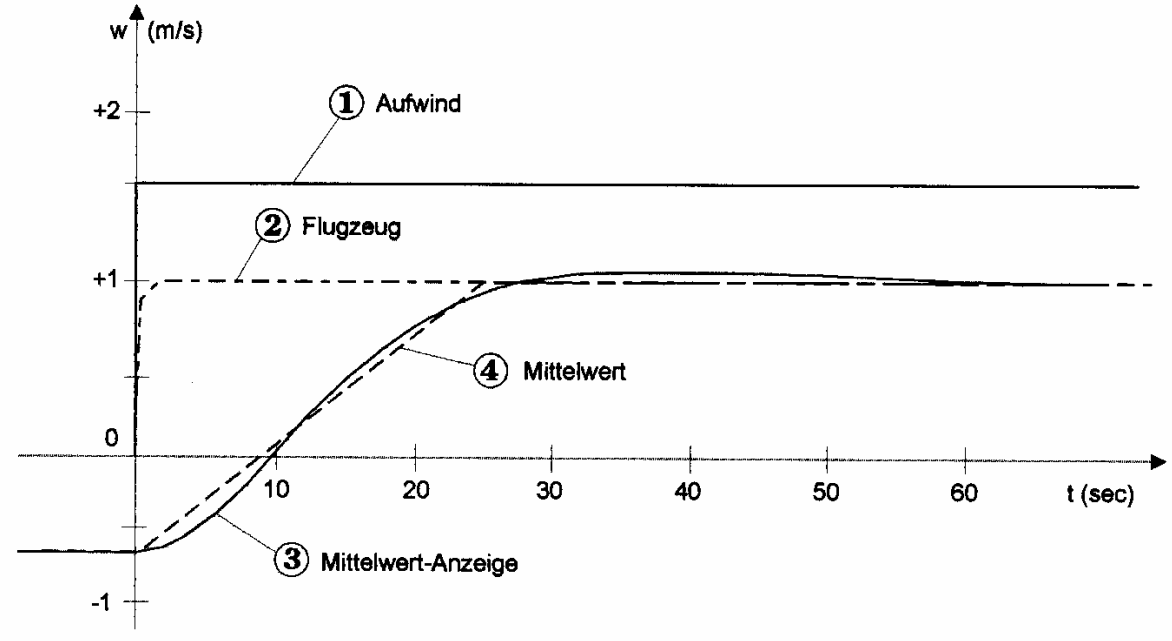


Abbildung 5: Mittelwertanzeige

Das Flugzeug, Kurve 2, beschleunigt in diesem Maßstab gesehen sehr schnell auf seine neue Vertikalgeschwindigkeit von 1,3 m/s, wobei das verstärkte Eigensinken im Kurvenflug vernachlässigt wurde. Etwa nach einem Vollkreis, ungefähr nach 25 s, zeigt das 30-s-Filter, wie es auf der Frontplatte genannt wird, die neue Vertikalgeschwindigkeit von 1,3 m/s an (Kurve 3). Auch während des Übergangs wird mit guter Genauigkeit laufend der Mittelwert der letzten 25 s angezeigt, wie der Vergleich der Kurve 3 mit dem theoretischen Mittelwert,

der Kurve 4, beweist. Diese Aussage gilt auch noch dann, wenn der Aufwind sehr unregelmäßig ist, beispielsweise zwischen O und 4 m/s schwankt.

Lässt der Aufwind nach, dann ist dies sofort an der Mittelwertanzeige zu sehen.

Wir halten fest: Die Mittelwertanzeige liefert **laufend** die mittlere Vertikal-Geschwindigkeit der letzten 25 s, oder den Mittelwert auf dem gerade vollendeten Vollkreis.

5.4. Der Sollfahrtflug

Es soll hier nicht auf die Sollfahrt- und Delphinflugtaktik eingegangen werden, man lese dazu in der Fachliteratur nach, im „Reichmann“ z.B., es sollen lediglich einige Hinweise für das Steuern des Flugzeugs und die Interpretation der Anzeige werden.

Man dreht die Sollfahrtscheibe so, dass ihre Nullmarke (äußerer Punkt) auf der Varioskala gesehen auf den McCready-Wert zu stehen kommt. Beim Gleitflug liest man dann nicht mehr die Vertikalgeschwindigkeit auf der Varioskala ab, sondern die von der Varionadel auf der Sollfahrtscheibe angezeigte Fluggeschwindigkeit. Man muss beschleunigen, wenn der Fahrtmesser weniger anzeigt als die Scheibe, und man sollte langsamer werden, wenn der Fahrtmesser mehr anzeigt als die Scheibe.

Mit anderen Worten: Beschleunigen, wenn der Zeiger fällt, und langsamer werden, wenn er steigt!

Die bei weitem wichtigste Größe ist der McCready-Wert, der je nach der taktischen Situation eingestellt wird. Die Basis für diese Einstellung ist immer der Mittelwert des erwarteten Steigens, sofern nicht taktische Erwägungen ihn voll bestimmen, wie beim Flug über ein Hindernis zum Beispiel.

Dabei ist zu beachten, dass sogar große Abweichungen von der theoretisch richtigen Einstellung nur zu sehr geringen Verlusten an Reisegeschwindigkeit führen. Deshalb setzt sich immer mehr die Erkenntnis durch, dass man viel besser mit stark ermäßigten Einstellungen fliegt, weil man unnötige Risiken vermeidet.

Es nützt nicht nur nichts, sondern schadet der Kondition des Piloten ebenso wie der Reisegeschwindigkeit, wenn man statt Sollfahrtflug Kunstflug praktiziert, indem man blind der Sollfahrtscheibe folgt. Es lohnt sich nicht innerhalb kurzer Auf-, bzw. Abwindzonen die Geschwindigkeit zu ändern, sondern nur, wenn ein Sollfahrtfehler länger stehen bleibt, oder zu bleiben droht! Man sollte daher die Anzeige aufmerksam verfolgen und nur dann reagieren, wenn man meint eine Korrektur würde sich lohnen!

NOTA BENE, die vorzunehmende Korrektur der Fahrt muss immer eine taktische Entscheidung des Piloten, einer bestimmten Situation angemessen, bleiben. Es gibt keinen Automatismus!

Wie ändert man die Geschwindigkeit beim Sollfahrtfliegen?

Bei Erhöhung der Fluggeschwindigkeit oberhalb der Fahrt des geringsten Sinkens, dem Bereich in dem man sich normalerweise beim Gleiten bewegt, nimmt auch das Eigensinken des Flugzeugs zu, d.h. die Varionadel sinkt noch mehr, wenn man beschleunigt. Damit nimmt auch noch die Anzeige auf der Sollfahrtscheibe zu: Die zu fliegende optimale Fahrt ist größer als die auf der Scheibe angezeigte Fahrt! (außer, wenn man tatsächlich mit der optimalen Fahrt fliegt!). Um wie viel ist sie größer?

Faustregel: Zum Unterschied zwischen der Anzeige auf der Scheibe und der auf dem Fahrtmesser die Hälfte dazuzählen: dies ist der Betrag, um den man seine Fluggeschwindigkeit ändern muss.

Es gibt 2 gute Methoden, um eine Geschwindigkeitskorrektur von bekannter Größe durchzuführen:

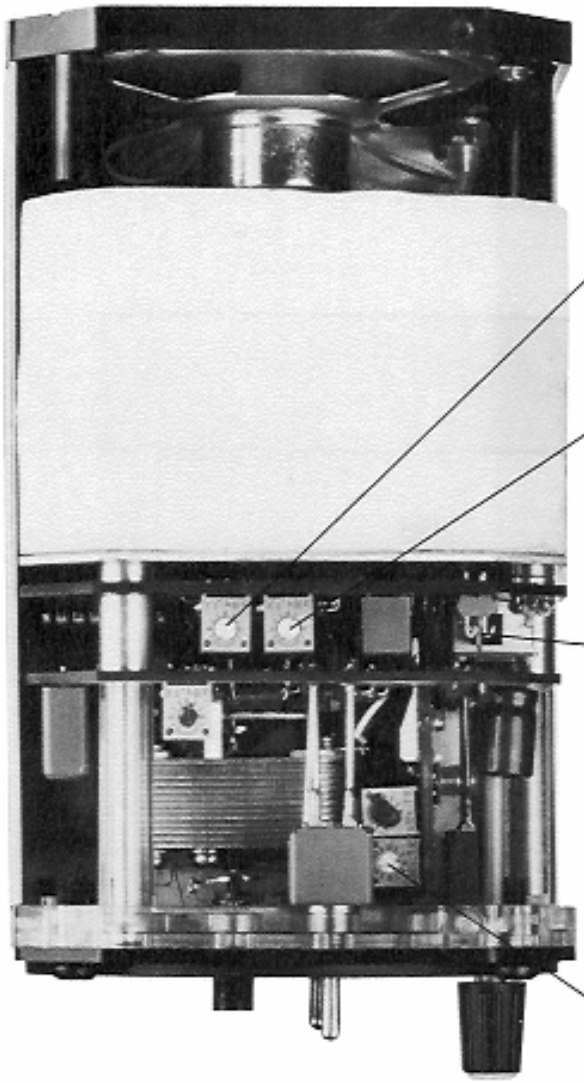
Man gewöhnt sich an, jedes mal wenn man die Fahrt ändern will, die Nase des Flugzeugs um den gleichen Winkel nach oben oder unten zu drücken, um 15 Grad z.B., dann ist die Geschwindigkeitszu- bzw. -abnahme proportional zur Zeit während der die Nase geneigt

bleibt. Man dosiert daher die Beschleunigungs- bzw. Verzögerungszeit proportional zur vorzunehmenden Fahrtkorrektur.

Die Methode führt bei schwachem Wetter leicht zu einem etwas zu harten Flugstil, wenn man den Neigungswinkel nicht dem Wetter anpasst. Daher werden manche Piloten vielleicht die folgende Methode anwenden.

b) Man hält die Beschleunigungs- bzw. Verzögerungszeit konstant, bei z.B. 5 s, und moduliert den Neigungswinkel entsprechend der vorzunehmenden Fahrtänderung. Diese Methode passt sich selbständig dem Wetter an (stärkere Aufwinde verlangen kräftigeres Beschleunigen). Sie ist allerdings etwas schwieriger in der Ausführung.

VARIOMETERSYSTEM · VARIOMETER SYSTEM · VARIOMETRE ELECTRONIQUE



Achtung: Lackierte Potentiometer nicht verstellen!
Caution: Do not touch sealed potentiometers!
Attention: Ne pas toucher les potentiomètres scellés!